TÉCNICA

JOSÉ MARIA AVILLEZ
DIRECTOR

ANO XXVI - N.º 197 DEZEMBRO 1949

PERANTE ALGUNS PROVÁVEIS CAMINHOS DA NOSSA INDUSTRIALIZAÇÃO

A INVESTIGAÇÃO E O ENSINO

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL (I. S. T.) VIRGÍLIO RUI TEIXEIRA LOPO

C. D. 62.003 (469)

(Conclusão)

II — A investigação

A consideração simultânea de alguns prováveis caminhos da nossa industrialização e do ensinamento deduzido da evolução da técnica nos países mais adiantados, põe, claramente, o problema dos meios a utilizar para o encurtamento da distância que nos separa do nível que se deverá atingir. Quase se poderá dizer mesmo, com leve exagero, que neste caso, são os meios que condicionam os fins, uma vez que, definido o objectivo, a dificuldade reside apenas na certeza do caminho.

Na generalidade, o estudo dos nossos problemas industriais tem-se resumido (e continuará durante algum tempo a resumir-se) em encontrar nos progressos estranhos e partindo das nossas possibilidades e necessidades imediatas, um ajustamento de realização; do mesmo modo, é de esperar que os processos a usar sejam os mesmos em que, por toda a parte, assentam os progressos na evolução da indústria.

Este facto, aliado à consideração de que nem sempre é fácil o trabalho de adaptação ao nosso meio dos processos alheios; de que a todo o incremento da nossa industrialização corresponderá um aumento de autarquia e emancipação; ao conhecimento concreto, enfim, de alguns problemas que desde já se põem com intensidade em algumas das nossas concentrações de indústria química — leva a pôr, em primeiro plano, a urgência de considerar em bases seguras, o *problema da investigação.*

a) *A investigação e a indústria química*

Nascida verdadeiramente da pesquisa, alicerçando a sua evolução recente em bases profundamente científicas, utilizando a cada momento matérias primas mais pobres, exigindo-se-lhe contìnuamente melhoria de qualidade, permitindo após cada descoberta

ou interpretação, a generalização a campos diferentes — a indústria química permite-nos assistir, por toda a parte, a um acréscimo extraordinário da *investigação* das suas possibilidades.

De tal modo generalizada a ideia, quase com forma de postulado, de que a investigação está na base de qualquer progresso e em qualquer estado de adiantamento, que a criação de centros de pesquisa deixou de ser apanágio dos países mais adiantados, para se estender, em moldes diferentes para cada caso, a quase todos os países e a quase todos os campos da indústria.

É assim que, por exemplo, se referia recentemente, como feliz presságio de renovação da Índia (1), a criação de um «Centro de Pesquisa Científica», com Laboratórios Nacionais de Física, Química e Metalurgia e de Institutos Centrais de Pesquisas sobre cerâmica, vidro, electroquímica, hulha, e produtos farmacêuticos.

Países coloniais, como a Bélgica, dispõem já, para o estudo específico dos problemas de química relacionados com o desenvolvimento das colónias, de organismos de pesquisa; o Congo Belga possue um «Centre Colonial de Documentation et de Coordination de Recherches Chimiques» e um «Laboratoire de Recherches Chimiques du Ministere des Colonies» que estudam e coordenam apenas, problemas de química de interesse directo para a colónia.

Tanto se tem recentemente insistido no assunto, que a ideia de investigação se generalizou a ponto de ser necessário precisar, em cada caso, a sua função e objectivo. Talvez seja mesmo esse um dos motivos por que, recentemente, as revistas da especialidade se ocupam, com carácter mais ou menos doutrinário ou exemplificativo, da questão. Como ideia definida e básica, porém, comum na essência a todas as sistematizações, continua a manter-se, com redobrado vigor, aquela em que Tyler já insistia em 1930 (2):

«There is no question whether research shall be done or how it shall be done, but what lines of research shall be followed up».

É, efectivamente, esta ideia, que parece ser generalizável não só a todos os campos da indústria química, como de uma maneira geral a toda a indústria, podendo, sem receio, afirmar-se, como recentemente se fez a propósito das correntes fortes (3), que «toda a indústria que quer bem servir e adaptar-se constantemente às necessidades flutuantes do mercado, tem de, constantemente, melhorar os seus produtos e as suas construções ou processos».

É a concretização desta ideia que se traduz no empreendimento dos trabalhos de pesquisa, de natureza diversa, quer realizados nas salas de cálculo e de projecto, quer nos locais de ensino, quer nos laboratórios de investigação. Problema nem sempre fácil, mas sempre existente e sempre posto em qualquer organização industrial, desde que se procure encontrá-lo, tem acima de todos os outros, o mérito de, generosamente dar após cada avanço, o estímulo para se empreender nova jornada.

. . . . . .

O incremento de trabalho de investigação em todo o mundo tem, como seria de esperar, um paralelismo absoluto de evolução na técnica, em especial nas últimas décadas, seguindo após a guerra a orientação anteriormente desenhada, porventura com intensi-

---

(1) Vyasulu, Chimie et Ind., Dez. 1948, pág. 604.
(2) Chemical Engineering Economics.
(3) Krenauer, Bulletin Sécheron

dade acrescida em quase todos os campos. Tem particular interesse, como demonstração deste acréscimo, a evolução verificada nalguns dos países mais progressivos no campo industrial.

Nos Estados Unidos, em particular, o National Research Council, na sua publicação de 1946 «Industrial Research Laboratories of the United States» mostra-nos alguns aspectos curiosos dessa mesma evolução.

A existência de laboratórios, naquele país, variou de cerca de 300, referidos na publicação de 1920, a 2264 em 1940 e a cerca de 2500 em 1945, sendo o acréscimo verificado no pessoal utilizado, de 70.000 para 140.000 desde 1940 a 1946, isto é, aproximadamente, um por mil habitantes, com despesas efectuadas de 4.000 dólares por ano e por indivíduo utilizado em trabalhos científicos. Nestes números excluem-se as Universidades que realizam trabalhos de pesquisa ao serviço da indústria.

Ao que parece, neste país, a média das despesas em pesquisa é de cerca de 3,5 % das vendas anuais; como acontece em todos os investimentos de capital, está verificada a compensação pelo abaixamento do preço de custo dos produtos considerados globalmente, uma vez que se nota que, embora variando para alguns produtos a estabilidade de aquisição, no conjunto se verifica uma relativa estabilidade nas compras (1). É considerado como que uma espécie de axioma, que a distância que separa a descoberta da sua introdução no mercado, anda por cerca de seis anos.

Na Suíça, o desenvolvimento dado à investigação (sobretudo nos domínios que interessam à indústria de máquinas, hidráulica, electrotecnia, termodinâmica e metalurgia), justifica a posição actualmente disfrutada por aquele país, em que existe um contacto íntimo entre a Universidade e a Indústria. Segundo informações que vão chegando (2) «a actividade científica é tão grande que as importâncias consagradas a este fim são em valor absoluto maiores que as de numerosos outros países, de população dez vezes superior e também largamente industrializados».

Na Inglaterra, o problema da investigação na indústria química tem sido retomado intensamente, em bases que parecem de particular interesse para nós referir. O Presidente da «British Association», sir Tizard, numa conferência recente, sustentava como principal tese (que justificava com exemplos concretos) que «a segurança da indústria britânica no mundo moderno depende tanto, ou mais, da aplicação dos conhecimentos científicos já adquiridos, como da aplicação de novos conhecimentos nas ciências físicas».

E, notando que tais conhecimentos se acumulam com uma velocidade muito maior do que aquela em que podem ser aplicados na indústria, havendo, por este facto, um vasto conjunto de investigação esperando utilização, insistiu em que «nenhuma descoberta em qualquer campo está apta a ter um efeito tão benéfico na indústria britânica como o que já é conhecido».

Como se verifica, esta ideia dominante corresponde, em parte, àquilo que na sistematização de Tyler se designa por «Saving through Improvement of Present Products and Processes» e, com o aspecto fundamental de aplicação, tem uma estreita ligação com todos os aspectos restantes da pesquisa

Aliás, os resultados da pesquisa na Grã-Bretanha são notáveis sob muitos aspectos, embora a pesquisa tenha neste país algumas características peculiares.

O «Chemical Trade Journal» (3), por exemplo, refere-nos recentemente alguns progressos obtidos durante a guerra, no que respeita a plásticos vinílicos, à «gammexane» e «methoxone» (já fabricados em larga escala em Widnes), a novos plásticos para isolamentos

---

(1) William Haynes, The Role of Research.

(2) Suíça, «Técnica», n.º 2, 1948.

(3) Março de 1949, pág. 303.

eléctricos, etc. Alguns progressos recentes da I. C. I., por exemplo, constantes já de publicações, dizem respeito ao estudo de equilíbrios e velocidade de reacções a altas pressões, à determinação de pesos moleculares elevados, à fundição de alumínio, ao estudo de luz polarizada, etc..

A despesa feita pela Grã-Bretanha nos centros de investigação passou de 470.000 lb. em 1938 a 2 milhões em 1947, devendo atingir este ano, ao que parece, mais de 2,5 milhões de libras.

Por outro lado, a rápida recuperação da Bélgica está ligada intimamente a uma revisão do problema da investigação neste país. Com resultados amplamente satisfatórios, segundo o Sr. Cornil, administrador-delegado da «Féderation des Industries Belges», na sua comunicação ao último congresso de química industrial, foram consagradas somas enormes para o incremento da investigação. Segundo a doutrina dessa mesma comunicação, e tendo sido ultrapassada a era da pesquisa individual, «l'ampleur des problèmes à resoudre nécessite un effort d'ensemble, une répartion du travail, une mise en commun des résultats acquis; la recherche ne peut être rentable que pratiquée sur une grande échelle et assurée d'importants débouchés».

Do mesmo modo, em França, assiste-se a uma renovação do problema, com intensidade crescente, procurando encontrar as bases que permitam, neste campo, o regresso a uma posição industrial melhor. Como por toda a parte, aí talvez com maior insistência, as publicações revelam muitas vezes uma tendência doutrinária, no sentido de determinar os melhores processos ou os melhores caminhos e diferenciações nos institutos de investigação existentes. É curiosa a evolução do Instituto de Pesquisa sobre Siderurgia — o I. R. S. I. D., cujo estabelecimento estava previsto desde 1938 — que começou a funcionar em 1944 com laboratório de tecnologia e máquinas pesadas ao lado de laboratórios de ciência pura (física, metalurgia, química e química-física) e que criou há pouco um centro de ensaios de minérios em Saulnes e outro em Longwy para estudos sobre a utilização do coque no alto forno. Este mesmo Instituto concluíu acordos com indústrias diversas a fim de criar organismos comuns; em particular, cooperando com a indústria hulheira, criou um laboratório e uma bateria experimental de fornos a coque.

Numa conferência recente, o Sr. Bigeon [1], citando a descoberta do freon, insistia em que «na origem de todo o progresso importante hoje verificado está a pesquisa científica» e acrescentava que «o engenheiro que deve assumir a marcha de uma fabricação não pode entregar-se à pesquisa, sendo esta própria do investigador, engenheiro também, mas livre dos cuidados diários da fabricação, conhecedor profundo dessa mesma fabricação e em ligação directa com o engenheiro desta».

. . . . . .

O problema da investigação põe-se hoje, portanto, em todos os países, aliás com maior amplitude de tipos de pesquisa nos mais progressivos, e sempre com a finalidade imediata de permitir uma melhoria de produção, diminuição concomitante de preços de custo e portanto elevação do nível de vida.

Com aspectos diferentes em cada país e em cada ramo, a investigação deixou de ser condição básica de progresso *relativo* de um país ou de um sector industrial em relação a outro; a noção existente, confirmada pela experiência dos mais progressivos é que, investigar, é uma condição básica de progresso próprio em *todas as indústrias* e em *todos os países,* como um mínimo indispensável para acompanhar, em condições económicas, a evolução normal ou mesmo, inclusivamente, utilizar os progressos estranhos.

---

(1) L'Industrie Chimique, Junho 1949, pág. 103.

Com carácter absoluto, portanto, este aspecto fundamental do problema não permite pôr em dúvida a necessidade da sua consideração entre nós. A dificuldade está, apenas, em sabermos precisamente, dentre a multiplicidade de aspectos que hoje reveste, aqueles que mais directamente nos interessam e, uma vez fixados, encontrar uma «*mentalidade de execução*» que não permita o desvio das ideias directrizes para uma organização burocratizada e cómoda, tão agradável como perniciosa.

b) *Alguns aspectos particulares da pesquisa*

O estudo dos problemas genéricos da investigação, com o objectivo de fazer a sistematização dos seus aspectos múltiplos, de estabelecer a melhor utilização dos seus processos e integrar a investigação na organização da empresa, tem sido insistentemente reavivado, como seria de esperar; de uma maneira geral, as últimas revistas da especialidade, as comunicações dos últimos congressos, etc., são férteis em trabalhos sobre o assunto.

Entre nós, os primeiros trabalhos tendentes a marcar em bases mais ou menos definidas e num plano geral, a posição do problema, cremos terem sido os estudos relativos aos caminhos futuros da nossa industrialização, quase sempre referindo-o em comum com o problema do ensino (1).

Deixaremos para mais tarde a insistência na importância que o problema tem para nós, se quisermos evitar uma perda parcial importante do esforço que se está fazendo para o reapetrechamento da nossa indústria. Resumiremos, por agora, alguns dos aspectos da sistematização do trabalho de pesquisa que terão, porventura, maior interesse na adaptação ao nosso meio.

De todas as sistematizações dos tipos de investigação, que conhecemos, a que nos parece mais interessante é a que Tyler considera na obra anteriormente referida:

New Uses for Present Products; New Products from Present Materials and Techniques; Demands for a Specific Product or Service; Latent or Generally Unrecognized Needs; Suggestions, Ideas and Inventions Originating outside the Organization; Savings through Improvement of Present Products and Processes; Development of New Raw Materials; Fundamental Research.

De uma maneira geral para todos os tipos de investigação parece verificar-se:

1) o desaparecimento, cada vez mais acentuado da diferenciação entre investigação teórica e prática nos organismos modernos de pesquisa científica;

2) a exigência de que a investigação seja praticada em larga escala, com coordenação de organismos afins e com organização de trabalho de «equipe», estudando essencialmente problemas considerados nacionais;

3) a necessidade de uma ligação íntima entre os institutos de investigação (oficiais ou da indústria particular) e a Universidade.

Tocaremos este terceiro ponto separadamente por nos parecer de interesse especial. Por agora notaremos que, da consideração do que se acaba de referir se conclue que dificilmente poderá a indústria privada resolver todos os problemas de interesse nacional que exigem trabalho de pesquisa; e, nem mesmo parece ser fácil para aquelas que não tenham atingido um determinado desenvolvimento, resolver os problemas que lhe são inerentes e exijam trabalho da mesma natureza.

Na Bélgica, por exemplo, a grande maioria dos centros de pesquisa são de iniciativa privada, cuja actividade necessita sempre da aprovação do Estado. Com funcionamento próprio, cada organismo submete ao Ministério respectivo (de Coordenação Económica e

---

(1) Vide, por ex. «Ensaios de Economia Aplicada» do Eng. Araújo Correia, pág. 70 e 86.

Reequipamento Nacional neste país) o relatório anual dos seus trabalhos. Supomos que é em bases um pouco idênticas que funciona na Suiça a «Estação Federal de Ensaios e Controle de Materiais»

Dentro de cada empresa em que existe uma organização de trabalhos de pesquisa, é normal a existência de divisões autónomas (logo que o desenvolvimento o justifique) embora coordenadas. Um exemplo interessante desta orgânica é dado pela I. C. I. que, há pouco, possuia cerca de 3 500 pessoas em trabalhos de pesquisa com uma despesa anual de mais de 3.500.000 libras, repartidas por pesquisas puras (15%), produtos novos (54%), melhoramento de processos de fabricação e de qualidade dos produtos (17%) e substituição integral dos processos de fabricação (14%). As divisões autónomas que possue — álcalis, Billingham, còrantes, pinturas — constituem, no conjunto, os seus centros de pesquisa. Às divisões antigas é de norma distribuir trabalhos novos a fim de manter sempre presente uma actividade essencialmente de pesquisa.

Esta grande associação dá, como se vê, dentre os objectivos da pesquisa, particular relevo aos trabalhos sobre produtos novos, justificando tal no facto de, só assim, poder conservar pessoal de excepcional valor (evidentemente, além do interesse directo desses mesmos trabalhos).

. . . . . .

Os problemas que mais frequentemente se põem num organismo de investigação são os que consistem em procurar a melhoria da qualidade de um produto ou da técnica utilizada na sua fabricação, tendo sempre em vista a redução do seu preço de custo; geralmente, a resolução destas questões é operada na fábrica interessada, ajudada com ensaios laboratoriais, principalmente quando se trate da melhoria de um produto.

Fazendo essencialmente parte do laboratório de pesquisas (no sentido mais lato), o problema de maior frequência é o do estudo da fabricação de um produto existente por um processo pouco conhecido ou novo. Este estudo é normalmente originado, ou no desejo de baixar o preço do custo, ou na dificuldade ou impossibilidade de aquisição das matérias primas normalmente usadas, ou no interesse em combater um produto da concorrência ou, ainda, quando se pretende fazer uma montagem nova.

Este aspecto, que não constitui o problema por excelência da pesquisa, é no entanto o de maior interesse nas empresas e organismos comuns. É para este fim que deverá estar, na maioria das empresas, preparado o laboratório de pesquisas e o centro de estudos e projectos que, como veremos adiante, se encontrarão intimamente ligados.

Para países e organizações mais progressivas, o problema de maior interesse relativo, será o da descoberta de produtos absolutamente novos e dos processos da sua fabricação. Aliás, isto que corresponde à «Fundamental Research» na sistematização de Tyler, é a base de todo o futuro da indústria química e, como é de esperar, o trabalho de pesquisa mais difícil e moroso. A maior parte das vezes só se poderá praticar sistemàticamente em institutos com larga experiência nos outros campos da pesquisa e, como se notou no exemplo da I. C. I., uma vez atingido o nível que dessa experiência resulta, é de importância primordial a sua posição na organização que serve.

Um outro aspecto, de grande interesse também, é o que diz respeito à investigação de novos métodos analíticos, sendo, em opinião muito generalizada, de valor comparável à que tem por objectivo a pesquisa de produtos novos. Este facto, leva a criar em organizações industriais de relativa importância, uma investigação deste tipo nos laboratórios de controle, com o objectivo inicial, em muitos casos, de adaptar às análises dos seus produtos, processos analíticos normalmente conhecidos com aplicação diferente.

Com a finalidade de uma maior rapidez e economia, quase sempre conseguida por métodos físicos, é este o único aspecto em que a pesquisa deverá estar ligada directamente

aos laboratórios de controle, sendo em relação aos restantes, de uma independência funcional igual à de qualquer outra secção da empresa.

Não pormenorizaremos os métodos de trabalho e os princípios fundamentais a considerar na organização dos centros de pesquisa, o que sairia do âmbito, bastante limitado, em que tratamos a questão. Existem sobre o assunto trabalhos interessantes como, por exemplo, o do Sr. Pierre Trunel na Chimie et Industrie, Nov. 1948.

Referiremos, apenas, a importância que têm a documentação a coligir e a sua crítica; a escolha e condução dos ensaios a realizar, em especial os chamados «ensaios básicos», após os quais se poderá passar para os ensaios em maior escala, muitas vezes feitos com sistematização no «laboratório de aplicações», se existir, ou mesmo na «instalação-piloto» em certos casos. Estes ensaios são normalmente feitos em colaboração com o engenheiro da fabricação.

A pesquisa das possibilidades de aplicação de produtos foi largamente praticada na Alemanha (por ex. na I. G.) e nela se alicerçou grande parte do progresso técnico deste país.

Todo o trabalho de pesquisa encontra hoje a facilitá-lo normas mais ou menos seguras onde, com vantagem se integram, quer a sistematização (algumas vezes discutível) das experiências, quer as características dos ensaios em escala semi-industrial, quer os próprios relatórios dos estudos feitos. Há, no entanto, muitas circunstâncias de importância primordial no êxito da pesquisa que é difícil precisar e, uma das maiores é, sem dúvida, o valor do próprio investigador.

Com Le Chatelier, poder-se-á dizer que «pour forger des hipothèses travail le plus difficile de la recherche, il faut une imagination ardente, en un mot, la tournure d'esprit de tous les inventeurs, mais il faut de plus deux qualités qui manquent habituellement à ces derniers: la documentation scientifique et le bon sens. La documentation scientifique, parce que les hipothéses se forment presque toujours par voie d'analogie; le bon sens, enfin, pour éviter les erreurs de judgement».

c) *A Investigação no plano da organização da empresa*

No esquema geral da organização de uma empresa, com a marcha da fabricação assegurada por uma direcção técnica operando em ligação directa com os serviços de compras e vendas, possuindo um serviço de manutenção (em geral com um gabinete de estudos próprios), existirão normalmente e desde que a sua importância os justifique, os seguintes organismos complementares:

— um laboratório de controle, descentralizado ou não em laboratórios parciais, conforme a fabricação o exigir;
— um laboratório de aparelhagem física de controle;
— uma secção de investigação;
— uma secção de estudos e projectos;
— um laboratório de aplicações.

O *laboratório de controle* e o de *aparelhagem física de controle,* mantêm uma estreita ligação, dada a identidade dos seus objectivos. O último, tem como função específica a de assegurar a fiscalização da marcha da fabricação por meio de aparelhos de controle e de medida e, simultâneamente, a manutenção de toda a aparelhagem de medidas físicas ou físico-químicas da fábrica.

Enquadrando a sua existência na tendência, cada vez mais generalizada, para o controle automático das operações de fabricação, este laboratório pode alargar a sua acção

ao controle de materiais, quer na recepção, quer no funcionamento, facilitando muitas vezes, o trabalho de pesquisa se, na sua direcção houver, além de um conhecimento actualizado de processos automáticos, um conhecimento profundo de resistência química de materiais, microradiografia, etc.. Este laboratório estará, com vantagem, dependente dos serviços de manutenção.

Notaremos desde já que em algumas nossas grandes organizações se faz sentir a necessidade de um laboratório desta natureza.

As secções de *pesquisa* e de *estudos e projectos* constituirão, por outro lado, um todo complementar, directamente ligado à direcção e por seu intermédio à administração da fábrica.

Vimos anteriormente os vários aspectos que pode revestir o trabalho da secção de pesquisa que, em resumo, serão, dentre os considerados por exemplo na sistematização de Tyler, os de mais directo interesse para a empresa.

Esta *secção de pesquisas,* duma maneira genérica e esquemática, compreenderá, na sua organização: uma direcção de investigação, trabalhando em paralelo, perante a direcção geral da empresa, com as direcções da produção e das vendas e a secção de estudos e projectos, com superintendência directa sobre a direcção do laboratório de investigação, o serviço de patentes e o serviço de determinação do preço de custo.

A direcção do laboratório de investigação compreenderá uma secção de bibliografia, uma secção de investigações, uma secção de experiências e um escritório próprio. A secção de investigação, por seu turno, possuirá vários grupos de investigação.

Este esquema é, aproximadamente, o indicado na obra referida, «Chemical Engineering Economics» e adapta-se, com as simplificações indicadas para cada caso, a algumas empresas e organismos nossos, onde o problema da investigação e os que lhe são inerentes se fazem sentir.

A *secção de estudos e projectos* (ou organismos equivalentes, com outra designação, quase sempre existentes em empresas nossas) parece dever ter, em opinião generalizada e uma vez organizado o centro de investigação, duas tarefas distintas mas complementares, a resolver:

— uma, será a de, no caso de fábricas ou conjuntos adquiridos a entidades exteriores ou quando se pretendam modificações nas instalações existentes, estudar com o engenheiro da fabricação respectiva, a implantação da aparelhagem, a verificação tecnológica do processo e do cálculo da aparelhagem recebida, a transformação dos desenhos de projecto em desenhos de oficina e estudo da parte de fundações, edifícios e estruturas, dará ao engenheiro da fabricação elementos para a elaboração do «planning» de montagem e, no caso da existência do laboratório de aparelhagem física de controle, fará com este, o estudo dos materiais de construção.

— outra, será a de, em ligação directa com a secção de pesquisa, permitir a passagem à escala semi-industrial dos trabalhos executados em escala mais reduzida e desta à instalação piloto ou mesmo à escala industrial desejada. No caso de um trabalho de investigação de que resulte uma modificação nas instalações existentes, permitirá a execução da modificação prevista pela resolução do pormenor.

O *laboratório de aplicações,* quando a importância e variedade das fabricações justifiquem a sua individualização (caso da I. C. I.), terá como missão o estudo de novas aplicações dos produtos fabricados e dos produtos novos, colaborar com os serviços comerciais no lançamento destes últimos e ajudar os compradores na melhor aplicação dos produtos que a empresa vende.

Estas são as ideias que parecem deduzir-se da experiência alheia, transcrita em constantes trabalhos que pretendem uma actualização do assunto, no sentido da melhoria do trabalho de conjunto na empresa. Problema cuja revisão está delineada, ao que supomos, em algumas empresas e organismos nossos, tem como principal garantia de êxito, a coordenação de esforços dos seus serviços.

Será de esperar que dessa coordenação resulte um abreviamento dos trabalhos de montagem no nosso reequipamento industrial, uma mais rápida amortização dos capitais investidos e um alargamento de possibilidades da nossa indústria. Há que confessar que, em matéria de abreviamento se poderá, por certo, fazer melhor, deixando pelo menos, de justapor às dificuldades das circunstâncias gerais, a inércia e os atritos, sempre de acção retardadora, que infelizmente aparecem quase com a frequência de cada caso a resolver.

d) *A investigação perante alguns prováveis caminhos da nossa industrialização*

Nas ideias gerais que resumimos anteriormente, na sua maioria simples resultado da observação de processos alheios, supomos poder encontrar-se a dedução da posição do problema da pesquisa perante os prováveis rumos da nossa indústria.

No seu conjunto, os aspectos referidos não são, pela generalidade e superficialismo com que foram postos, adaptáveis directamente, sem restrições, a grande parte das nossas empresas e organismos afins.

É certo que muitos dos exemplos citados transcendem as possibilidades do nosso meio em segui-los no seu aspecto global. Mas não é menos certo, também, que não será fácil nem parece ser de interesse, deixar de seguir as normas que os outros consideram como postulados, sobretudo as que se resumem na ideia de que o trabalho de investigação está na base de qualquer progresso e se exige, em valor relativo, indiferentemente nas grandes e nas pequenas empresas e, duma maneira geral, em todos os países, independentemente do seu nível técnico actual.

Esta ideia fundamental, consolidada pela experiência dos pioneiros em cada sector da indústria, tem, entre nós e por mais exagerado que pareça, uma oportunidade de aplicação bastante fácil de comprovar. Será mesmo fácil acentuar que, dentre os tipos de investigação referidos na sistematização de Tyler, têm de momento, particular interesse para nós os indicados como: «*Savings through Improvement of Present Products and Processes*», «*Suggestions, Ideas and Inventions Originating outside the Organization*» e «*New Products from Present Materials and Techniques*».

Efectivamente, a estes tipos de investigação correspondem, na sua essência, numerosos problemas postos desde já em algumas nossas organizações industriais, no reapetrechamento a que estamos assistindo. Muitos mesmo, tiveram de procurar, na estrutura e com as limitações dos meios existentes, a solução que urgia dar-se-lhes.

Não exemplificaremos de uma maneira concreta, apenas pelo facto de, na sua maioria, estes problemas fazerem parte de programas de fabricação de empresas particulares, de resto em breve fàcilmente conhecidos. Podemos, no entanto, notar, de uma maneira genérica, que tem sido frequente a necessidade de encontrar, com detalhe, o processo de fabricação de produtos importados, sobretudo no campo dos insecticidas e fungicidas; de encontrar para alguns destes produtos a forma física de melhor aplicação, sugerida pela introdução no nosso mercado de produtos estrangeiros, de preços por vezes duplos daqueles por que se conseguiram fabricar e preparar entre nós; que, nalguns trabalhos em curso, como o aproveitamento de certos sub-produtos, não foi possível encontrar sempre na literatura existente o processo da sua fabricação económica, por vezes determinado apenas no prosseguimento de um trabalho de pesquisa.

Por outro lado, nem sempre foi possível a resolução dos problemas existentes em fabricações velhas, com a finalidade ou não de substituição de aparelhagem, sem um trabalho com muitos aspectos de investigação industrial.

Supomos ser fácil deduzir-se que, nas novas instalações será mais frequente o aparecimento de problemas no género, sobretudo se notarmos que a existência de consultores

estrangeiros não é pròpriamente uma fonte inesgotável de soluções, que aliás só podem fornecer quando for feito, a par, um estudo particular dos problemas postos. Se, por sobre todos estes factos, pusermos a possibilidade, sempre ao nosso alcance, de procurarmos aplicar aos nossos processos e às nossas condições (técnicas e económicas) os conhecimentos que a todo o momento nos são fornecidos — aplicação de-certo feita mediante trabalho de investigação na sua maioria — verificamos a inconsistência da tese, fácil e cómoda, a que tanto somos afectos, de que é prematuro investigar onde há sobretudo que produzir.

Não é possível, portanto, hoje considerar com independência *investigação* e *produção*, se pensamos em produzir melhor, em nos bastarmos num mínimo a que o acesso seja mais generalizado. Como todos os problemas da indústria, o da investigação é um problema económico. Neste aspecto e ainda aproveitando a experiência alheia, diremos que «research is recognized as a primer necessity in any chemical enterprise, and the industry pays the biggest bill in the country in hard-headed apreciation of the fact that only constant research can assure the profits of today, and insure the sales of tomorrow» (1).

III — A investigação e o ensino

À tendência — que anteriormente referimos — para a identificação de «pesquisa teórica» com «pesquisa prática», de «pesquisa científica» com «pesquisa industrial» corresponde, como seria lógico esperar, uma necessidade de estreita ligação entre a Universidade e a Indústria no sector da investigação.

Verificada um pouco por toda a parte esta ligação, tem particular relevo nos Estados Unidos e na Suíça, pelo menos pelo que das publicações relativas ao assunto parece poder deduzir-se.

Escreveu-se recentemente que nas universidades americanas se verificou, sobretudo após a guerra, um crescente interesse pela pesquisa industrial, atribuído ao facto de esta «contribuir poderosamente para o progresso das ciências naturais». De uma maneira semelhante, na Suíça, (como de resto, noutros países em menor escala) esta ligação permitiu uma «organização racional da investigação» (2) e levou à aquisição, para as escolas de engenharia, de «instalações de ensaio» que permitem a cada professor, na sua especialidade, completar o curso teórico por meio de demonstrações experimentais e dedicar-se a trabalhos de investigação de interesse geral.

Estas instalações deram à indústria a possibilidade de fazer nelas investigações e ensaios, com que pode completar o trabalho de investigação dos seus centros privativos de pesquisa — por exemplo, estudos teóricos sobre certos fenómenos muitas vezes conhecidos na prática, mas dependentes de variáveis não completamente determinadas.

Este aspecto de interdependência entre a Indústria e a Escola, em cuja justificação, por evidente, não vale a pena insistir — obriga a rever, em muitos pontos, a estruturação de uma e outra, o que terá a vantagem, pelo menos, de pôr em evidência a necessidade de uma actualização de processos. Supomos que, em última análise, é neste facto que reside o motivo por que tanto e com tanta razão, se tem insistido na necessidade de uma revisão do nosso ensino técnico.

Com um aspecto construtivo que lhes confere um mérito especial, os trabalhos relativos ao Ensino Técnico Superior (alguns publicados na *Técnica*) exigem um estudo cui-

---

(1) William Haynes, The Economic Pattern, Manual of Industrial Chemistry.

(2) Déglon, Os Laboratórios de Investigações Científicas e Técnicas das Escolas Politécnicas e da Indústria de Máquinas, na Suíça.

dadoso dos pontos que referem, porque parece não lhes faltar, infelizmente, oportunidade. Tornar-se-ia portanto, supérflua, na referência a uma necessidade de ligação íntima entre a Indústria e a Universidade no campo da pesquisa, a insistência na importância dos pormenores de orgânica que se exigem na última para ser útil à primeira; e tanto mais, quanto é certo que o problema também aqui não consiste apenas no estabelecimento de princípios, mas principalmente na execução acertada e corajosa dos princípios geralmente estabelecidos, que a experiência dos mais progressivos confirma.

Limitar-nos-emos a notar que uma das condições fundamentais para se atingir o objectivo em questão, está no reequipamento material das nossas Escolas Superiores, problema que, aliás, muitas vezes tem sido ventilado.

É difícil avaliar em que medida relativa contribuem para a eficiência do ensino — portanto da investigação — o valor do corpo docente que o ministra e o do equipamento que utiliza. E nem sabemos bem se a pobreza nacional, que tantas vezes se considera como fatalismo geográfico para justificar a pequenez das nossas dotações orçamentais para as Escolas Técnicas Superiores, é motivo ou consequência dessa mesma pequenez, uma vez que não é fácil sair do ciclo a que obriga o pensar-se que, sem condições económicas suficientes nas nossas escolas não é possível o progresso económico do País e que, sem este, não é fácil a melhoria das condições económicas das escolas. (1)

Sabemos, porém, que certas iniciativas esboçadas para a realização de trabalhos de investigação nas nossas Escolas Superiores, com carácter sistemático, não têm tomado outro incremento que o de primeiros ensaios em escala reduzida e com material rudimentar; e que outras têm procurado (com facilidades transitórias pelo carácter particular que revestem) em organismos exteriores as possibilidades da sua realização, uma ou outra vez levada ao termo desejado.

A exemplificação não é difícil, mesmo sem sair do campo da catálise em química orgânica, do estudo de alguns equilíbrios em química-física, de ensaios de resistência química e mecânica de materiais, etc.. Supomos mesmo, que é nestes campos e presumìvelmente também no da electroquímica (dentro da engenharia química) que se colherão os primeiros frutos de uma investigação organizada.

Outras circunstâncias e outras condições se exigem na formação escolar para servir a indústria por meio da investigação. Esta mesma, não se limitará por certo a trabalhos de natureza exclusivamente experimental, pois que, se bem que se apoie normalmente nestes, tem largo campo de pesquisa na interpretação teórica dos fenómenos, fonte de generalizações constantes.

Tudo se parece resumir na preparação para a vida técnica, em aprender a investigar, a projectar e a dirigir, de modo a ser possível criar uma estrutura industrial, que permita a utilização tecnológica dos resultados da pesquisa, com as vantagens inerentes de rendimento e de preço.

Esta conclusão vem, mais uma vez, pôr em foco o problema da organização dos cursos de Engenharia, com o objectivo de uma preparação tão eficiente quanto possível para as necessidades fundamentais da vida profissional; no caso particular da Engenharia Química, em que é difícil definir rigorosamente os limites entre a preparação geral e a especialização, esse problema apresenta-se talvez com maior acuidade, o que justifica, até certo ponto, o facto de ter sido o primeiro a ser tratado, com carácter objectivo. (2)

A análise dos estudos feitos, mostrando o cuidado que é necessário ter para que, em todos os pormenores, se revele a sua integração dentro do plano geral, leva-nos a concluir que a preparação para a Engenharia em escolas de finalidade diversa, representa, como não pode deixar de ser, uma diminuição de rendimento nos resultados obtidos.

---

(1) O problema já foi posto sensivelmente nos mesmos termos, por L. Alves, «Técnica», Maio de 1946.

(2) Vide, por exemplo, «Técnica», Abril de 1949, A organização do Curso de Química.

Uma vez organizada, com carácter de sistematização, a pesquisa na Universidade, o problema que aparece é o da regulamentação dos trabalhos pedidos pela Indústria e dos ensinamentos fornecidos pela Escola. Dentre os trabalhos executados, alguns de interesse e, portanto, de conhecimento geral, fariam parte de publicações periódicas dos centros de investigação universitários ligados à Indústria. Esta, por seu turno, procuraria compensar a Universidade, colaborando com ela, da maneira mais racional: não impedir, quando as circunstâncias o aconselhassem, a orientação dos seus investigadores e, de uma maneira geral, dos seus engenheiros, para o ensino. (Veja-se, por exemplo, o caso da I. C. I., que mantem esta orientação, apesar dos prejuízos acidentais que daí possam resultar).

. . . . . .

Lamentamos não poder conferir às notas anteriores outra autoridade que não seja a de referências particulares ou a verificação concreta, por vezes esbatida, de problemas nossos.

Na sua adaptação ao caso português dos pontos que procurámos despreocupadamente reavivar, tivemos presente a importância, talvez primária, que tem na realização, aquilo a que vulgarmente se chama «o factor humano na indústria» (1). É em última análise, desse factor humano que depende a resolução de quase todos os problemas que hoje se põem com o objectivo último da elevação do nível geral, de que se não pode alhear uma maior dignificação de todos os que para ela concorrem.

Neste ponto, há que esperar em muitos casos um sacrifício de hábitos e de tendências. Duas destas haverá necessàriamente que corrigir: uma, a que na negação por sistema procura salvaguardar a responsabilidade na hipótese do fracasso de qualquer iniciativa; outra, a que, resultante da incapacidade do meio em fazer uma apreciação estatística dos factos, convida à posição cómoda de nada fazer para nunca errar.

Oxalá que no esforço a realizar encontremos o estímulo que a grandeza da tarefa exige. E que, nas dificuldades do caminho se procure, acima de tudo, o interesse da Nação.

---

(1) Eng. Araújo Correia, Ensaios de Economia Aplicada.